KS. STANISŁAW MAZIERSKI

POJĘCIE DETERMINIZMU FIZYKALNEGO

1. TRUDNOŚCI OKREŚLENIA DETERMINIZMU.

Pojęcie determinizmu fizykalnego nie jest ostre, a jego określenie napotyka na poważne trudności z powodu różności treści, jaką się łączy z tym terminem. Termin „determinizm" jest wieloznaczny. Nawet u samych przyrodników nie ma on jednakowego znaczenia. Ściślejszą jego definicję można dać na gruncie jakiejś dyscypliny przyrodniczej. Determinizm przyrodniczy znalazł swój doskonały wyraz w determinizmie fizykalnym, a ściślej mechanistycznym. Ujmując go ogólnikowo powiemy, że determinizm mechanistyczny jest formą, którą przybiera przyczynowość w naukach fizykalnych. Termin „przyczynowość" nie został wyparty z języka technicznego fizyki, choć niektórzy usiłowali to uczynić [1] i nie zniknął ze słownika filozoficznego.

Louis de Broglie zauważył, że przed postawieniem problemu determinizmu trzeba najpierw ustalić związek pomiędzy determinizmem i przyczynowością na terenie nauk przyrodniczych [2]. A znowu poznanie i sprecyzowanie tego związku wydaje się niemożliwe przed sformułowaniem determinizmu. Czyżby trudność ta była nie do pokonania? Ażeby ją przezwyciężyć, trzeba najpierw podać tymczasową, prowizoryczną definicję determinizmu i przyczynowości. Dopiero wtedy będzie można należycie postawić problem o który tu chodzi [3]. Według A. Lalande'a przyczyną

---

[1] Ernest Mach, *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena 1913[4], s. 74 nn.

[2] Louis de Broglie, *Continu et discontinu en physique moderne*, Paris 1941, s. 64. Por. również tłumaczenie tego dzieła na jęz. niem. *Die Elementarteilchen*, Hamburg 1943.

[3] Tak uczyniła Paulette Février. Ze względu na wysoki stopień precyzji myśli u tej autorki przy definiowaniu determinizmu na gruncie

w ogólnym znaczeniu tego słowa jest „każdy warunek, bez którego zjawisko nie miałoby miejsca; spośród tych warunków wybiera się ten — żeby nazwać go w taki sposób (przyczyną) — który ma znaczenie praktyczne“ [4]. Przyczynowość [5] mówi o bliżej nieokreślonym wzajemnym oddziaływaniu ciał lub zjawisk. Od wieków toczy się spór o to, na czym polega to oddziaływanie. Ponieważ samego związku przyczynowego nie obserwujemy, wielu przyrodników i filozofów zanegowało jego realne, obiektywne istnienie.

Determinizm natomiast wyraża ogólną ideę prawidłowości. Fizyka zajmuje się przede wszystkim związkami funkcjonalnymi i wyraża je w równaniach różniczkowych. Uwzględnia ona również relacje przyczynowe, których nie można wyeliminować ze swego języka bez zniekształcenia rzeczywistości. Ernest Mach usiłował wyłączyć najpierw z fizyki a potem z innych nauk przyrodniczych metodę przyczynowego badania zajwisk i zastąpić ją przez tak zwany funkcjonalizm [6]. Jego zdaniem nauka powinna ograniczyć się do opisu zjawisk; związki przyczynowe realnie nie zawierają nic ponad to, co mieści się w związkach funkcjonalnych. Wszystko inne poza stosunkiem funkcjonalnym jest wtrętem umysłowym. Pojęcie przyczyny i skutku powinno być z nau-

nauk fizykalnych uwzględnimy jej spostrzeżenia. Por. jej dzieło *Déterminisme et indéterminisme*, Paris 1955, s. 1, 2.

[4] André Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, 1956, s. 130. W definicji, którą podaje Lalande, przyczyna jest utożsamiona z warunkiem *(on peut appeler cause toute condition sans laquelle un phénomène n'aurait pas en lieu)*. Pomijamy tu omówienie różnicy pomiędzy warunkiem a przyczyną. Zaznaczamy tylko, że nie powinno się mieszać ze sobą tych dwóch czynników w zagadnieniu przyczynowości, ponieważ między nimi zachodzi różnica realna.

[5] Przez przyczynowość rozumieć będziemy związki przyczynowe wraz z ich właściwościami. Mogą one być rozpatrywane bądź w aspekcie fizycznym bądź metafizycznym.

[6] Funkcjonalizm jest metodą, która pozwala przyporządkować jedne wielkości drugim, jedne wartości liczbowe drugim wartościom liczbowym, przy czym jeden człon stosunku funkcjonalnego nie jest uprzywilejowany względem drugiego członu. Związki funkcjonalne bowiem można odwracać. Por. E. Mach, *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit*, Praga 1872, s. 35.

ki usunięte również dlatego, że jest niejasne, wieloznaczne, antropomorficzne i posiada cechę fetyszyzmu [7]. Jest ono niepotrzebnym balastem w naukach przyrodniczych. Funkcje matematyczne dają się doskonale stosować w ustalaniu relacji jednych cech zjawisk od drugich cech.

Mach pomija bezpodstawnie moment czasowy i przestrzenny w prawie przyczynowości twierdząc, że wszystkie związki przestrzenne i czasowe dadzą się sprowadzić do zależności wzajemnych i jednoczesnych pomiędzy zjawiskami [8]. Gruntowną krytykę funkcjonalizmu Macha przeprowadził Bolesław Gawecki [9], wykazując, że metodą funkcjonalną nie można objąć wszystkich zależności między zajwiskami; nie daje się zastosować tej metody do opisu zjawisk nieodwracalnych, natomiast można nią się posługiwać do opisu zależności, które wyrażają związki geometryczne niezależne od upływu czasu, lub gdy w tych zależnościach czas gra rolę współrzędnej geometrycznej [10]. Ażeby dowieść pierwszej części tezy Gawecki odwołuje się do dwóch odrębnych grup zajwisk: a) odwracalnych i b) wymienionych już zjawisk nieodwracalnych. W pierwszej grupie (a) bodziec zewnętrzny,

---

[7] „Spodziewam się, że przyszła wiedza przyrodnicza usunie dla jego niejasności formalnej pojęcie przyczyny i skutku, które nie tylko dla mnie samego ma silny rys fetyszyzmu. Należy raczej elementy pojęciowe, stanowiące określenie danego faktu uważać jako wzajemnie między sobą zależne, po prostu w znaczeniu czysto logicznym, jak to czyni matematyk, geometra zwłaszcza". E. Mach, op. cit., s. 74—76.

[8] E. Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Historisch-kritisch dargestellt*, Leipzig 1908, s. 457.

Śladami Macha poszedł Ks. Ferdynand Renoirte, który rozróżnił przyczynowość sprawczą i przyczynowość formalną. Jego zdaniem prawa fizyczne nie wyrażają przyczynowości sprawczej lecz przyczynowość formalną. Renoirte tak o tym pisze: *Les lois n'expriment pas la cause efficiente des phénomènes, elles tendent à exprimer quelque chose, de la cause formelle des objets matériels. (Eléments de critique des sciences et de cosmologie*, Louvain 1945, s. 134).

Por. także Fernad Renoirte — André Mercier, *Philosophie der exakten Wissenschaften*, tłum. z jęz. franc. J. O. Fleckenstein i Peter Wilker, Einsiedeln—Zürich—Köln 1955, t. VIII, s. 154 nn.

[9] B. Gawecki, *Przyczynowość i funkcjonalizm w fizyce*, „Kwartalnik Filozoficzny", I (1923) 204—233; II (1923) 336—361; III (1923) 487—507.

[10] Tamże, s. 487.

czyli czynnik powodujący zmianę prędkości, jest siłą przyłożoną do ciała z zewnątrz, która ruch tego ciała przyśpiesza lub opóźnia. Od czasu Newtona wiadomo, że gdy na ciało nie działa siła, zachowuje ono dotychczasową prędkość.

W zjawiskach nieodwracalnych (b) jak na przykład termodynamicznych różnice temperatur pomiędzy ciałami samorzutnie zmniejszają się, czyli dążą do wyrównania. Zwiększenie różnicy temperatur mogą sprawić tylko czynniki zewnętrzne. Dla opisania tej dążności fizycy posługują się pojęciem bodźców wewnętrznych. Tak więc przyczynami zjawisk nieodwracalnych byłyby bodźce, czyli przyczyny wewnętrzne.

Obie grupy zajwisk opisuje się przy pomocy równań różniczkowych. Fizyk umie jednak odróżnić równania opisujące zjawiska odwracalne od równań opisujących zjawiska nieodwracalne[11]. Wśród zjawisk możemy więc wyróżnić taką klasę, której charakterystyczną cechą jest nieodwracalność w czasowym następstwie, jako „jeden z elementów prowadzących do ujęcia przyczynowego".[12]

Z tych przesłanek Gawecki wyprowadza wniosek, że metody funkcjonalnej Macha nie można stosować do wszystkich związków fizycznych, a w szczególności do relacji fizycznych, w których moment czasu jest charakterystyczny dla tych związków, bo od niego zależy określone następowanie po sobie stanów zjawiska: *B* następuje zawsze po *A*, nie może być tak, żeby *A* na-

[11] „W równaniach zjawisk odwracalnych różniczka czasu występuje zawsze i tylko w parzystej potędze". Max Planck, *Acht Vorlesungen über theoretische Physik*, Leipzig 1910, s. 14.

Przeciwnie w równaniach zjawisk nieodwracalnych różniczka czasu występuje w potędze nieparzystej.

Za tym, że prawa fizyczne (przynajmniej niektóre) wyrażają związki przyczynowe, opowiada się również Izydora Dąmbska: „Ci, którzy odrzucają konieczny charakter zdań, będących prawami, nie chcą tym samym twierdzić, że związki stwierdzane w prawach niczym nie różnią się od związków jakiegokolwiek następstwa czasowego resp. koegzystencji czasowej. Niewątpliwie w prawach chodzi o jakąś ściślejszą zależność (funkcjonalną czy kauzalną), mianowicie o stałe, nie dopuszczające następstwo resp. o taką koegzystencję". *O prawach w nauce*, Lwów 1933, s. 35.

[12] B. Gawecki, l.c., s. 489.

stępowało po *B*. Innymi słowami, metody czysto funkcjonalnej nie możemy zastosować do opisu zjawisk nieodwracalnych. Cecha nieodwracalności zdarzeń nie jest dodatkiem umysłowym lecz ich właściwością, wskazującą na zachodzący pomiędzy nimi stosunek przyczynowy. W fizyce występują więc takie funkcje fizyczne, które wyrażają relacje między wielkościami, następującymi po sobie w określonym porządku czasowym i przestrzennym [13]. I to jest podstawa do sformułowania prawa przyczynowego.

Fakt, iż wielu autorów uległo przeświadczeniu, że w fizyce mamy do czynienia tylko ze związkami funkcjonalnymi znajduje swe wyjaśnienie w tym, iż fizyk posługuje się językiem matematycznym w formułowaniu praw przyrody [14]. Gdy usiłuje on zbadać naukowo obszar zjawisk, wydziela pewne wielkości, dokonuje ich pomiarów i wyraża je w liczbach. Na wzajemnym uporządkowaniu tych liczb polega drugi etap badania. W tej fazie badawczej szuka się algebraicznego związku pomiędzy szeregami wartości liczbowych. Na tej drodze zostają odkryte pewne prawidłowości, które otrzymują formę algebraicznych wzorów czy funkcji. Funkcje te wyrażają ścisły związek pomiędzy wielkościami mierzalnymi i pozwalają obliczyć jedne z tych wielkości, o ile pozostałe wielkości są skądinąd znane. W ten sposób przyrodnik dochodzi do sformułowania prawa fizycznego, które może

---

[13] „Obok funkcjonalizmu, posługującego się odwracalnymi funkcjami Macha, należy pozostawić w fizyce miejsce kauzalizmowi, operującemu funkcjami fizycznymi... Pod tą nazwą rozumiem wyrażony w postaci matematycznej (równanie różniczkowe) pewien stosunek zależności pomiędzy wielkościami charakteryzującymi części danego zjawiska fizycznego, następujące po sobie w czasie w pewnym określonym porządku. Nieodwracalności tego stosunku nie należy rozumieć tak, że zależność ilościowa jego członów jest jednostronna; cechą charakterystyczną funkcji fizycznych, odróżniającą je zasadniczo od matematycznych funkcji Macha, stanowi natomiast to, że oba człony funkcji fizycznej... nie mogą być brane w porządku dowolnym lecz w określonym następstwie". Ibidem, s. 490.

[14] F. Renoirte, *Eléments de critique...*, s. 133—155. Por. także Bertrand Russell, *On the notion of cause*, „Proceedings of Arist. Soc.," 13 (1912) 14 nn. Por. również C. D. Broad, *Perception, Physics and Reality*, 1914, s. 137 nn.

nasunąć myśl, że nie wyraża ono w ogóle relacji przyczynowych lecz zależności wyłącznie funkcjonalne.

2. WARUNKI I PRÓBA ZDEFINIOWANIA DETERMINIZMU FIZYKALNEGO

W miarę jak pojęcie determinizmu wkraczało do nauk szczegółowych, przekraczało często możliwości sprawdzenia empirycznego. Pojęcie to było przedmiotem przekonania uczonego, które się wymykało kontroli empirycznej. Nastąpiła więc konieczność rozgraniczenia determinizmu filozoficznego od naukowego. Determinizm filozoficzny głosi, że wszystkie zdarzenia świata są tak ze sobą powiązane i wzajemnie uzależnione, że posiadają w każdym momencie taki stan, któremu odpowiadają określone stany późniejsze i wcześniejsze. Formuła filozoficzna wyraża myśl, że determinizm panuje wszechwładnie w całym wszechświecie [15]. Natomiast zasada determinizmu fizykalnego dotyczy tych zjawisk, które są w zasięgu metod empirycznych. Zachodzi przeto potrzeba ustalenia kryteriów pozytywnych, które by pozwoliły wyodrębnić pojęcie determinizmu empirycznie sprawdzalnego. W tym celu należy odwołać się do doświadczenia. W obecnym stanie nauk przynajmniej fizykalnych doświadczenie jest ważne jedynie ze względu na pewne warunki, w których ono zachodzi i w których jest opisywane. Zjawiska badane mają swój sens jedynie w łączności z prawami jako elementami teorii, która

---

[15] Ideę powszechnego, przyczynowego determinizmu sformułował już F. Suarez w następujących słowach: *Effectus, qui est contingens respectu causae proximae naturaliter operantis, si comparatur ad totum ordinem ac seriem causarum universi et in his nulla intercedat libere agens saltem ut applicans alias causas vel removens impedimenta, non habet contingentiam sed necessitatem. (Disputationes Metaphisicae disp.* XIX, sec. 10, §5).

W przyrodoznawstwie rozpowszechniona jest formuła determinizmu w wersji Laplace'a, która brzmi: Inteligencja, która by w danej chwili znała wszystkie siły, ożywiające przyrodę i wzajemne położenie rzeczy, które wchodzą w skład przyrody i która by ponadto była dostatecznie potężna, ażeby te dane poddać analizie, ogarnęłaby tą samą formułą ruch zarówno największych ciał wszechświata jak i najmniejszego atomu; nic nie byłoby dla niej niepewne i przyszłość byłaby jej znana, podobnie jak przeszłość". *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris [brw] [6], s. 4.

je interpretuje i od której są one nieodłączne [16]. Zjawiska te są dane fizykowi w postaci wyników pomiarów wielkości fizycznych. Bywa tak, że przyrodnik na podstawie samej teorii określa wielkości liczbowe wielkości fizycznych, które warunkują następne wartości liczbowe. Z kolei dla otrzymanych na drodze teoretycznych obliczeń rezultatów oczekuje on potwierdzenia w rzeczywistości. Celem teorii jest między innymi poszukiwanie związków pomiędzy wartościami liczbowymi danych wielkości. W dojrzałej fazie rozwoju nauki teoria przybiera formę aksjomatyczną oraz zawiera postulaty, reguły definicyjne i dedukcyjne [17]. Głównym warunkiem, jaki się stawia teorii naukowej, jest odpowiedniość, która istnieje a raczej powinna być pomiędzy obliczeniami dokonanymi na podstawie teorii i samym doświadczeniem. Znaczy to tyle, że pomiary teoretyczne wielkości fizycznych, ustalone na podstawie samej teorii, powinny odpowiadać pomiarom określonym w doświadczeniu. Taka odpowieniość skłoniła P. Février do uwzględnienia przy definiowaniu determinizmu i indeterminizmu fizykalnego różnicy pomiędzy doświadczeniem a teorią, pomiędzy faktem a prawem. Doświadczenie jest tu wzięte w sensie pomiaru wielkości, prawo zaś w sensie elementu teorii. Doświadczenie jako zespół wyników pomiarów wielkości istniejących realnie i obiektywnie konstytuuje kryte-

[16] Myśl tę dobitnie wyraził A. Eddington: „Naukowcy lubią mówić z namaszczeniem, że zanim przystąpimy do budowy teorii powinniśmy być całkiem pewni zaobserwowanych faktów, na których ma się oprzeć ta teoria. Na szczęście ci, którzy dają takie rady, sami nie stosują swych pouczeń w praktyce. Obserwacje i teoria najlepiej na tym wychodzą, gdy są one splątane razem, pomagając sobie nawzajem w poszukiwaniu prawdy. Jest bardzo dobrą zasadą nie pokładać zbytniego zaufania w teorii, dopóki nie została ona jeszcze potwierdzona przez obserwację. Mam nadzieję, że nie dotknę za bardzo fizyków eksperymentalnych, jeśli dodam, że również bardzo dobrą zasadą jest niepokładanie zbytniej wiary w przedstawione nam wyniki obserwacji, dopóki nie zostały one przez teorię potwierdzone". *Nauka na nowych drogach,* tłum. z ang. Szczepan Szczeniowski, Warszawa [brw], s. 220—221.

O związku doświadczenia z teorią mówi również Fr. Zeidler, *Konsekwencje epistemologiczne teorii kwantów i teorii pola fizyki współczesnej,* „Kwartalnik Filozoficzny", XV (1938), s. 164.

[17] Por. P. Février, op. cit., s. 6.

rium, które pozwala wyeliminować z teorii pewne niesprawdzalne dodatki umysłowe. Faktyczna liczba zjawisk odkrytych i zbadanych jest ograniczona, a determinizm naukowy rości sobie pretensje do tego, ażeby być zasadą ogólną, powszechną, trzeba więc obejrzeć się za drugim kryterium, które by orzekało uogólnienie o faktach. Tym drugim kryterium w ustalaniu determinizmu jest struktura teorii naukowej. Teoria porządkuje fakty i wywodzi twierdzenia określone jakościowo i ilościowo o charakterze prawa. To porządkowanie i konstytuowanie praw nadaje teorii formę deterministyczną [18].

Mając na uwadze stosunek doświadczenia do teorii określimy za P. Février determinizm przy pomocy paru zasadniczych pojęć: pomiaru, prawa i przewidywania w ramach teorii. Biorąc za podstawę te pojęcia możemy zdefiniować determinizm rozumiany jako teoria fizyczna następująco:

Teorię fizyczną nazwiemy deterministyczną, jeżeli możemy przewidzieć z pewnością wynik jakiegokolwiek pomiaru końcowego na podstawie początkowych wyników pomiarów [19]. Autorka uważa, że ta definicja nie jest dostatecznie ścisła i powinna być uzupełniona przez dwie dodatkowe definicje:

a) Teoria będzie nazwana jawnie deterministyczna, jeśli jest deterministyczna *de facto,* to jest, jeśli można skutecznie wskazać (na mocy postulatów i reguł rozumowania teorii) takie pomiary, które, gdy zostaną wykonane, to przewidywania, dotyczące każdego rezultatu pomiaru późniejszego, będą przewidywaniami pewnymi;

---

[18] Zdaniem Henryka Poincarégo „Nauka jest deterministyczna i taka jest *a priori;* ona postuluje determinizm, ponieważ bez niego nie mogłaby istnieć". *Dernières pensées,* Paris, 1922, s. 244.

Nie całkowicie zgadzamy się z Poincarém, ponieważ obok teorii deterministycznych istnieją teorie indeterministyczne.

Podobne do Poincarégo stanowisko zajął L. de Broglie we wczesnej fazie swych badań fizykalnych, według którego powoli ustala się w umyśle tych, którzy poświęcili się nauce przekonanie, że świat fizyczny jest olbrzymią machiną podlegającą określonej deterministycznej, nieubłaganej ewolucji *Matière et lumière,* Paris 1937, s. 262.

[19] Paulette Destouches Février, *La structure des théories physiques,* Paris 1951, s. 260. Definicje te zostały podane również w jej pracy *Déterminisme et indéterminisme,* s. 8.

b) Teoria będzie nazwana niejawne deterministyczna, jeśli jest deterministyczna *de iure*, nie będąc deterministyczna *de facto*. To znaczy: 1. jeśli suponuje się poznanie rezultatów pomiarów początkowych, to można przewidzieć z pewnością rezultat jakiegokolwiek pomiaru późniejszego; 2. postulaty i reguły rozumowania teorii upoważniają do takiej supozycji; 3. nie umiemy wskazać sposobu pomiaru dostarczającego takich rezultatów, które by mogły wejść do rozumowań jako znane [20].

Indeterminizm rozumiany jako teoria fizyczna zdefiniujemy następująco:

Teorię fizyczną nazwiemy indeterministyczną, jeśli nie da się określić takich pomiarów w teraźniejszości, żeby na ich podstawie można było przewidzieć z pewnością wynik jakiegokolwiek pomiaru późniejszego [21].

Definicja determinizmu podana przez Février jest sformułowana na gruncie teorii fizycznej. Ta definicja nie mówi wprost o deterministycznym biegu zjawisk, o realnej zależności jednego układu od drugiego.

Inne definicje determinizmu fizykalnego sformułowane przez różnych autorów uwzględniają wprawdzie stałe relacje pomiędzy zjawiskami i ich uwarunkowania, ale nie są tak precyzyjne jak definicja wymienionej autorki. Na przykład E. Schrödninger definiuje determinizm następująco: „Każdy proces przyrodniczy jest

---

[20] Ibidem.

[21] Zdaniem autorki ta definicja również powinna być uzupełniona przez dwa następujące określenia:

a) „Teoria będzie nazwana indeterministyczna *de facto*, jeśli nie umiemy wskazać takich pomiarów, żeby na ich podstawie można było przewidzieć z pewnością wynik jakiegokolwiek pomiaru późniejszego";

b) „Teoria będzie nazwana zasadniczo *(essentiellement)* indeterministyczna, jeśli indeterministyczna *de iure*, tzn. jeśli na podstawie postulatów i reguł rozumowania teorii jest niemożliwe... przewidzieć z pewnością wynik pomiaru późniejszego". *Déterminisme...*, s. 9.

Niektórzy utrzymują, że to, co nazywamy indeterminizmem fizykalnym jest raczej wynikiem sposobu, w jaki problem został postawiony, aniżeli wyrazem rzeczywistości mikrofizycznej. Wydaje się, że M. Planck tak sprawę stawiał, o czym świadczą jego słowa: *L'indéterminisme ne provient que de la façon dont le problème est posé. (Initiations à la physique*, trad. J. Du Plessis de Grenadau, Paris 1941, s. 196).

zdeterminowany absolutnie i ilościowo przynajmniej przez ogół okoliczności lub warunków fizycznych przy swoim wystąpieniu. [Determinizm jest to] postulat, który równie dobrze może być określony jako zasada przyczynowości"[22].

Podobnie podane przez Maxa Borna definicje determinizmu uwzględniają zależności fizyczne jednego stanu układu od drugiego: a) „W klasycznej dynamice ważne jest nieograniczenie zdanie, że znajomość stanu (a mianowicie położeń i prędkości wszystkich cząstek materialnych) w pewnym momencie określa przebieg układu zamkniętego w każdym przyszłym momencie; to jest forma (ujęcie), jaką przybiera prawo przyczynowe w fizyce"[23]; b) „Determinizm postuluje, że zdarzenia w różnych okresach czasu są w taki sposób powiązane prawami, iż można je (zdarzenia) przewidywać (w przeszłości lub w przyszłości)"[24].

Również na gruncie mechaniki klasycznej L. de Broglie formułuje zasadę determinizmu jako postulat fizyki klasycznej. Gdy dane są położenie i prędkość materialnego punktu w określonym momencie, wówczas możemy przewidzieć położenia i prędkości tego punktu w następnych momentach. Każdorazowy rezultat przewidywania przyszłych zdarzeń jest zgodny z postulatem determinizmu fizykalnego, według którego „stan świata materialnego w przyszłości musi się dać przewidzieć, gdy pewna liczba danych jest znana w teraźniejszości"[25]. W wielu miejscach Brog-

[22] *Jeder Naturvorgang absolut und qantitativ determiniert ist mindestens durch die Gesamtheit der Umstände oder physischen Bedingungen bei seinem Eintreten. Postulat, das wohl auch als Kausalitätsprinzip bezeichnet wird.* E. Schrödinger, *Was ist ein Naturgesetz,* „Naturwissenschaften", 17 (1929) 9.

[23] *In der klassischen Dynamik gilt unumschränkt der Satz dass die Kenntnis des Zustandes (nämlich der Lagen und Geschwindigkeiten aller Materieteilchen) in einem Augenblick den Ablauf eines abgeschlossenen Systems für alle Zukunft determinieret; das ist die Fassung, die das Kausalgesetz in der Physik annimmt.* M. Born, *Quantenmechanik und Statistik,* „Naturwissenschaften", 17 (1929) 117.

[24] *Determinism postulates that events at diffrent times are connected by laws in such a way that predictions of unnown situations (pas or future) can be made.* Max Born, *Natural Philosophy of cause and chance,* Oxford 1949, s. 9.

[25] L. de Broglie, *The Revolution in Physics,* New York 1956, s. 27.

lie zaznacza, że determinizmu jest po prostu możliwością ścisłego przewidywania stanu układu mechanicznego, o ile znamy pewne dane tegoż układu w teraźniejszości.

Wreszcie definicja determinizmu użyta przez Bertranda Russella niezbyt jasno sformułowana: *The rate of change in the rate of change is determinate when the state of universe is given*[26] pomija problem związku przyczynowego pomiędzy jednym konkretnym zjawiskiem a drugim z tego powodu, że jest trudno określić, co jest konkretną przyczyną danego zjawiska. Ponieważ nie można wskazać na właściwą konkretną przyczynę zdarzenia, przyjął on, że zdarzenie jest zdeterminowane przez ogół zjawisk we wszechświecie[27]. Russellowska definicja determinizmu nie jest użyteczna w nauce, gdyż nie może być podstawą przewidywania zjawisk. Określenie bowiem zmian w przyrodzie byłoby uzależnione od znajomości stanów wszechświata. Ponieważ stan wszechświata nigdy nie jest nam dany, zasada determinizmu w sformułowaniu Russela nie pozwala określić konkretnych związków przyczynowych a raczej prawidłowego następstwa jednych zjawisk po drugich.

Definicje Schrödingera, Borna, de Broglie'a i Russella mówią wprawdzie o zależnościach jednych stanów od drugich, ale ogólnikowo, przeto nie są to definicje operacyjne w tym sensie, że nie wskazują na czynności które należy wykonać, aby móc przewidzieć stany układów w przyszłości. Pod tym względem określenie determinizmu podane przez Février czyni zadość temu żądaniu. Niemniej jednak jej definicja nie wspomina o ustroju przyrody. Jedynie milcząco zakłada istnienie prawidłowości zjawisk fizycznych, istnienie realności względnie trwałych i stałych relacji między nimi. Takie sformułowanie nie może być równoznaczne z fizyczną zasadą przyczynowości.

U podstaw wszystkich wyżej wymienionych formuł determinizmu leży *implicite* lub *explicite* przeświadczenie o prawidłowości następowania jednych zdarzeń po drugich. Drugą charakterystyczną ich cechą jest to, że nie uwzględniają ściśle przyczyno-

---

[26] B. Russell, *On the notion of cause. Mysticiem and logic*, London 1925[5], s. 195.

[27] Por. Izydora Dąmbska, *O prawach w nauce*, Lwów 1933, s. 19.

wych związków zachodzących pomiędzy zajwiskami. W ten sposób potwierdza się spostrzeżenie, że determinizm wyraża ideę prawidłowości.

Sądzimy jednak, że błędem jest utożsamianie zasady determinizmu, wyrażającej prawidłowe następstwo zjawisk z zasadą przyczynowości, wyrażającą ponadto dynamiczną realną zależność jednych zjawisk od drugich. Kto więc formułuje zasadę determinizmu i twierdzi, że jest to nic innego jak zasada przyczynowości, ten naraża się na zarzut mieszania elementu prawidłowości z elementem przyczynowości. Co innego, że prawidłowość, która zawiera się w pojęciu determinizmu nie jest bez dostatecznej racji, a jest nią właśnie przyczynowość.

3. PRZYCZYNOWOŚĆ PODSTAWĄ DETERMINIZMU

Determinizm wyraża ideę prawidłowości jednoznacznej, a przyczynowość dynamiczną zależność jednych zjawisk od drugich, lub ściślej, jednych wielkości fizycznych od drugich. Fizyka klasyczna zainteresowana była głównie prawidłowością zjawisk, które wyrażała przy pomocy równań różniczkowych lub funkcji matematycznych. Wiemy, że próby całkowitego zastąpienia fizycznych związków przyczynowych funkcjonalizmem zakończyły się niepowodzeniem, bo pozostawały w kolizji z doświadczeniem. Przyczynowość i determinizm nie są w stosunku identyczności, na co zwrócił szczególną uwagę Emil Meyerson. Odróżnił on przyczynowość *(causalité)* od prawidłowości *(legalité)*[28]. Według niego zasada przyczynowości jest twierdzeniem, które głosi, że coś utrzymuje się niezmiennie w czasie. Zasada ta byłaby zasadą tożsamości zastosowaną do działających realnych bytów i wyrażałaby w ogólności to, że ta sama przyczyna wywołuje taki a nie inny skutek, że przyczyna i skutek są „jednolite". Prawidłowość natomiast byłaby właściwością zmian. Głosi ona, że zmiany przebiegają w określony sposób, że cechuje je stałość, którą ujmujemy kwantytatywnie. Fakt, iż zjawiska zachodzą niezmiennie w czasie, byłby wynikiem działania przy-

[28] Emil Meyerson, *Identité et réalité*, Paris 1926[3], s. 2 nn., oraz 478—479.

czynowego, a fakt, że zmiany zachodzą stale w określony sposób wskazywałby na ich prawidłowość. Zdaniem Meyersona prawidłowość implikuje zmianę, przyczynowość zaś implikuje niezmienność.

Przyczynowość w ścisłym sensie wskazywałaby na to, że coś się dzieje niezmiennie w przestrzeni i czasie. Dla ilustracji przytoczymy prawo elektrolizy: ilekroć przepuszczamy prąd elektryczny przez elektrolit, tylekroć wydziela się na elektrodzie określona masa jonów. Z kolei zmieniajmy natężenie prądu. Zmniejszanie lub zwiększanie natężenia prądu pociąga za sobą zmniejszanie lub wzrost wydzielanej masy na elektrodzie. Doświadczenie pokazuje, że zmiany są wprost proporcjonalne, to znaczy im większe będzie natężenie prądu, tym większa ilość jonów osiądzie na elektrodzie. Prawidłowość wyraża więc stałą relację pomiędzy natężeniem prądu a wydzielaną masą, a zatem stałość w zmienności.

Odróżnienie przyczynowości od prawidłowości jest nieodzowne, bo go nam narzuca sama rzeczywistość. Przyjrzyjmy się bliżej wzajemnemu ich stosunkowi. Prawidłowość jest pojęciem o szerszym zakresie aniżeli przyczynowość. Przyczynowość jest podstawą pewnego typu prawidłowości, która domaga się uszczegółowienia. Prawidłowość, której podstawą jest przyczynowość nazwijmy determinizmem o podłożu przyczynowym [29]. Determinizm o podłożu przyczynowym nie jest jedyną postacią prawidłowości. Wiadomo, że prawo wielkich liczb w zastosowaniu do zdarzeń nie powiązanych przyczynowo wskazuje na potrzebę wyróżnienia determinizmu bez podłoża przyczynowego [30]. W fizyce

---

[29] Wprowadzenie przeze mnie terminu „determinizm o podłożu przyczynowym" ma na celu również to, by nie mieszać go z prawidłowością w sensie związków funkcjonalnych Macha. Por. również A. Bergson, *Dane bezpośrednie świadomości*, tłum. z jęz. franc. K. Bobrowska, Warszawa [brw], s. 142.

[30] Na gruncie filozofii G. W. Leibniz przedstawił nową koncepcję prawidłowości w związku ze swą monadologią. Według niego każda monada stanowi odrębny świat, nie ulega wpływom drugiej monady ani nie oddziaływa na nią. Mimo to między nimi zachodzi zgodność i odpowiedniość. Wszystkie razem wzięte monady tworzą jedną harmonijnie działającą całość, mimo że między nimi nie zachodzą związki

znana jest także prawidłowość statystyczna, którą się formułuje bez uciekania się do koncepcji przyczynowości.

Związki między przyczynowością i determinizmem dałoby się przedstawić w następujący sposób:

Jeżeli determinizm o podłożu przyczynowym oznaczymy symbolem D_p, determinizm bez podłoża przyczynowego — symbolem D, przyczynowość — P, strzałką zaś $\longrightarrow$ znak implikacji, wówczas wzajemne zależności pomiędzy D_p, D, P, przestawiać się będą w sposób następujący:

a) $P \longrightarrow D_p$

b) $D_p \longrightarrow P$

c) $\sim (D \longrightarrow P)$ czyli nieprawda, że D implikuje P).

U podstaw rozumowania pozytywistów fizykalnych, którzy przeczą możliwości poznania i stwierdzenia stosunków przyczynowych w przyrodzie, tkwi przekonanie, iż prawidłowość zjawisk nie jest wystarczającą podstawą do uznania przyczynowości i fizycznej zasady przyczynowości. Utrzymują oni zgodnie z Hume'm, że determinizm zjawisk możemy stwierdzić i wyrazić matematycznie, przyczynowość natomiast jest wtrętem umysłowym. Umysł doszukuje się więzi pomiędzy zjawiskami. Fizyczna zasada przyczynowości jest wyrazem naszej konieczności myślowej, jest ona niezbędnym ogólnym założeniem w badaniach naukowych, które skłania nas do poszukiwań szczegółowych.

Wśród pozytywistów istnieją tacy, którzy zasadę przyczynowości uważają za postulat a nie za zasadę empiryczną mającą podstawę w doświadczeniu. Do nich należy czołowy współczesny

---

przyczynowe. Losy monad biegną odrębnymi torami jakby równoległymi i niezależnymi od siebie. W sumie jednak ich zindiwidualizowane i odosobnione sposoby bytowania nie wykluczają pewnej prawidłowości, którą Leibniz nazwał harmonią z góry ustanowioną *(harmonia praestabilita)*. Byłby to determinizm bez podłoża przyczynowego. Inna sprawa, że przyczyną harmonii jest Bóg. Gdyby nawet monadologia miała podstawę w rzeczywistości, nie moglibyśmy nigdy stwierdzić przyczynowości w świecie zjawisk.

Stałe związki przyczynowe są niezawodnym kryterium istnienia determinizmu, ale prawidłowość niekoniecznie musi pociągać za sobą przyczynowość.

fizyk i myśliciel H. Reichenbach[31]. Ponieważ poglądy jego na determinizm i przyczynowość są typowe dla myślenia pozytywistycznego, poświęcimy im nieco miejsca. Zacznijmy od przykładu podanego przez Reichenbacha.

Jeżeli znamy nachylenie lufy karabinowej w stosunku do tarczy lub jakiegoś innego celu, ciężar naboju, ładunek prochu, potrafimy z pewnym prawdopodobieństwem przewidzieć punkt uderzenia pocisku w tarczę. Niech *A* oznacza warunki początkowe, *B* opis punktu uderzenia w tarczę, czy możliwość uderzenia pocisku na przykład w środek tarczy, wówczas uzyskamy prawdopodobieństwo następującej implikacji:

$A \longrightarrow B$, którą czytamy: jeśli dane jest *A*, wtedy *B* zdarza się z prawdopodobieństwem *p*. Od powyższego związku spróbujmy przejść do relacji implikacyjnej idealnej. Weźmy pod uwagę idealny stan początkowy A^1 i odpowiadający mu stan końcowy B^1 oraz zbudujmy implikację $A^1 \longrightarrow B^1$, która by reprezentowała prawo mechaniki. Ponieważ wiemy, że z zaobserwowanego stanu *A* możemy wnosić tylko z prawdopodobieństwem o istnieniu idealnego stanu A^1 i analogicznie ze względu na to, że *B* i B^1 nie pokrywają się ze sobą implikacja logiczna A^1 implikuje B^1 nie jest dla nas użyteczna, bo nie może być wiernym obrazem konkretnego doświadczenia[32]. Według Reichenbacha nasz sąd, jakoby dokładne poznanie warunków początkowych układu było dostateczną podstawą ścisłego przewidywania przyszłych stanów układu nie jest uzasadnione. Takie twierdzenie możemy wypowiedzieć z odpowiedzialnością tylko wtedy, gdy umiemy je sprawdzić. Jesteśmy przekonani, że stopień dokładności takiej weryfikacji zależy od wskazania coraz to większej liczby parametrów, czyli czynników determinujących zjawisko. W wypadku wystrzału kuli odgrywają rolę jeszcze inne parametry jak opór powietrza, ruch obrotowy pocisku itp. W wyniku takiego stanu rzeczy wartość przewidywania się zwiększy i prawdopodobieństwo trafnego uderzenia w środek tarczy wzrośnie. Nie potrafimy jednak wskazać wszystkich czyn-

[31] Hans Reichenbach, *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, Berkeley and Los Angelos 1946, s. 1—20.

[32] H. Reichenbach, op. cit., s. 2.

ników determinujących zjawisko. Mimo to z tego rodzaju doświadczenia wnosimy, że nasze przewidywanie byłoby ścisłe i pewne, gdybyśmy mogli wprowadzić wszystkie parametry konstytuujące stan układu teraźniejszości. Na tej drodze istnieje możliwość sformułowania zasady przyczynowości, jeśli ma ona mieć sens fizykalny. Twierdzenie, że przyrodą rządzą ściśle prawa przyczynowe ma sens taki, iż możemy przewidywać zjawiska z określonym prawdopodobieństwem i to ostatnie dowolnie zwiększać w miarę rozwoju zabiegów eksperymentalnych. Przy takim sformułowaniu zasada przyczynowości jest pozbawiona wszelkich dodatków umysłowych i nie może być uważana za zasadę *a priori*. Jeżeli zasada ta jest traktowana jako granica prawdopodobieństwa określonej implikacji, to należy ją uważać za hipotezę empiryczną. Określenie grnicy przewidywania w formie przedstawionej przez Reichenbacha było już znane przed powstaniem mechaniki kwantowej.

Reichenbach stawia pytanie, dlaczego to trafność naszych przewidywań rośnie w miarę zwiększania liczby czynników, które biorą udział w zjawisku. Idąc śladami Hume'a daje on odpowiedź na gruncie psychologii. Prawa przyczynowe bazują na naszym przekonaniu, że przy powtarzaniu doświadczeń nie natrafiliśmy dotychczas na coś przeciwnego w stosunku do tego, co głosi zasada przyczynowości. Po określonym zjawisku *A* mieliśmy możność zaobserwować, że stale następowało zjawisko *B*. Powtarzanie się stale takiego samego następstwa stwarza w naszej psychice przyzwyczajenie, dzięki któremu wyobrażenie przyczyny wywołuje na mocy asocjacji wyobrażenie skutku. I to jest źródłem naszego przekonania, że między przyczyną i skutkiem istnieje związek konieczny, ale temu przekonaniu nie odpowiada obiektywna realność.

W krytyce pojęcia przyczynowości Reichenbach idzie jeszcze dalej. W dotychczasowej analizie przyczynowości zakładano, że jest możliwy jednoczesny pomiar niezależnych parametrów z dowolną dokładnością. Przypuszczenie to jak wykazał Heisenberg przy pomocy relacji niedokładności było błędne. Postulat fizyki klasycznej, według którego warunkiem określenia przyszłego stanu układu jest wyznaczenie stanu teraźniejszego z dowolną

dokładnością według zasady nieoznaczoności jest niewykonalny [33]; taki postulat jest nieuzasadnioną idealizacją [34]. Nie mogąc wyznaczyć stanu początkowego nie potrafimy określić jednoznacznie stanu końcowego. Prawo to prowadzi do specyficznej krytyki przyczynowości [35]. Jeżeli wartości niezależnych parametrów (czynników determinujących zjawisko) nie są dokładnie znane, nie można ściśle przewidywać przyszłych wartości parametrów. Do takiego układu materialnego dadzą się zastosować jedynie prawa stytystyczne, prawdopodobieństwowe. Myśl, że istnieją jakieś prawa przyczynowe poza statystycznymi prawami jest pozbawiona fizykalnego sensu i możności sprawdzenia empirycznego.

Twierdzenie o przyczynowych związkach w mikrokosmosie bez dokładnego sprawdzenia da się utrzymać na podstawie konwencji lub definicji [36]. Innymi słowy, rezultaty niedokładnych pomiarów we wzajemnej relacji do siebie można traktować jako przyczynowe konsekwencje naszych założeń i konwencji. Przyczynowość byłaby tylko założeniem, umowną zasadą. W tym przypadku relacje przyczynowe nie mogłyby służyć do uściślenia przewidywania, co najwyżej mogłyby być wykorzystane po dokładnych obserwacjach i pomiarach do konstrukcji pojęć przyczynowych [37]. Sama zasada przyczynowości i relacje przyczynowe byłyby tylko hipotezami.

Tak więc zdaniem Reichenbacha zasada nieokreśloności prowadzi do rewizji fizycznej zasady przyczynowości. Jeżeli ta ostatnia zasada ma mieć treść fizyczną, musi być przemianowana na

---

[33] *In noch höherem Grade gilt dies natürlich* [sc. niemożność sformułowania ścisłego determinizmu, przyp. mój] *für die Quantenmechanik Heisenbergscher Auffassung, in welcher für endliche, selbst noch so kleine, Zeitabstände im allgemeinen die Möglichkeit entfällt, die Wahrscheinlichkeit der Voraussage beliebig nahe an die Gewissheit zu steigern.* H. Reichenbach, *Wahrscheinlichkeitslehre,* Leiden 1935, s. 253.

[34] *Es hat sich herausgestellt, dass die übliche Auffassung der Kausalkette als eines streng determinierten Ablaufs, der aus dem Anfangszustand bis zu beliebiger Zeitdauer mit Sicherkeit vorausberechnen ist, eine unhaltbare Idealisierung darstellt...* Ibidem, s. 252.

[35] H. Reichenbach, op. cit., s. 4.

[36] Ibidem.

[37] Ibidem, s. 4—5.

hipotezę o możliwości uzupełnienia danych doświadczenia przez interpolację, zakładającą istnienie przyczynowych związków fizycznych.

Trudno zgodzić się z poglądami Reichenbacha, ponieważ treść zasady przyczynowości zacieśnił do możności przewidywania zjawisk. Takie zubożenie treści pojęcia przyczynowości pociągnęło za sobą negację związków przyczynowych w mikrokosmosie. Jeżeli ktoś utożsamia pojęcie przyczynowości z pojęciem prawidłowości, a zatem z pojęciem możności przewidywania zdarzeń, ten będzie twierdził, że gdy zjawisk nie da się jednoznacznie przewidzieć, to widocznie nie podlegają one zasadzie przyczynowości. A taka konkluzja jest fałszywa. Indeterminizm przyrodniczy nie przeczy przyczynowości. Domaga się jedynie modyfikacji pojęcia przyczynowości w sensie jego uogólnienia [38].

Tezę o istnieniu przyczynowości w sensie rozszerzonym w mikrofizyce głoszą Cz. Białobrzeski [39], W. Fock [40], de Broglie [41]. Według Focka stwierdzenie faktu, że w danych warunkach istnieją określone prawdopodobieństwa przebiegu zjawiska, jest dostateczną podstawą uznania przyczynowości w fizyce kwantowej. W przypadku konkretnym, gdy rozpatrujemy pomiar położenia, zdeterminowane jest jednoznacznie samo prawdopodobieństwo znalezienia mikrocząstki w danym miejscu, ale samo położenie nie jest jednoznacznie określone.

Dla de Broglie'a punktem wyjścia uogólnienia pojęcia przyczynowości jest doświadczenie, które pozwala stwierdzić na przykład odbijanie się lub uginanie elektronów w krysztale. Ślady odbijania elektronów zaobserwować można na ekranie w postaci błysków. Nie umiemy określić jednoznacznie miejsca na ekranie, w którym (miejscu) pojawi się błysk. Możemy jednak określić prawdopodobieństwo uderzenia elektronu w dane miejsce.

---

[38] Por. Ks. Stanisław Mazierski, *Uogólnienie pojęcia przyczynowości*, „Roczniki Filozoficzne", V. (1955—1957), z. 4, s. 153—171.

[39] Cz. Białobrzeski, op. cit., 295—304.

[40] W. Fock, *Krytyka poglądów Bohra na mechanikę kwantową*, W: *Zagadnienia filozoficzne mechaniki kwantowej*, tłum. z jęz. ros. S. Czarnecki, P. Jaszczyn i Z. Kopeć, Warszawa 1953, z. 1, s. 93—118.

[41] L. de Broglie, op. cit., t. II, s. 67 nn.

Z tego faktu de Broglie wyprowadza wniosek, że w fizyce kwantowej nie istnieje determinizm (sc. jednoznaczny), ale da się utrzymać przyczynowość w sensie uogólnionym. Nie istnieje determinizm, o jakim mówi fizyka klasyczna, ponieważ nie da się przewidzieć jednoznacznie zjawiska, ale nieistnienie determinizmu nie pociąga za sobą nieistnienia przyczynowości. A oto przykład uzasadniający ostatnie twierdzenie:

Zwróćmy uwagę na zjawisko *A*, w którym następuje któreś ze zjawisk B_1, B_2, B_3.... B_n. Jeżeli przy tym żadne ze zjawisk B_1, B_2, B_3.... B_m nie zachodzi, gdy nie zaszło *A*, wówczas można powiedzieć, że *A* jest przyczyną zjawiska B_1, B_2, B_3 itd. Będzie to uogólniona, rozszerzona definicja przyczynowości. Z tej definicji płyną konsekwencje: pomiędzy zjawiskiem *A* i zjawiskami B_1, B_2, B_3... B_n istnieje związek przyczynowy, ale nie istnieje determinizm jednoznaczny, ponieważ nie potrafimy przewidzieć, które ze zjawisk B_1, B_2, B_3... B_n nastąpi, jeśli zadziała przyczyna*A*. Jednakże wiemy, że przyczyna *A* spowodowała jedno z tych zjawisk. Zdaniem de Broglie'a przytoczony przykład może być rozszerzony na inne problemy występujące w mechanice kwantowej.

Uogólnione pojęcie przyczynowości z trudem przenika do umysłowości, przywykłej do operowania schematem deterministycznym. Przekonanie o determinizmie zjawisk zawsze towarzyszyło przyrodnikowi w jego wysiłkach do ustalenia praw przyrody i nakazywało mu traktować napotykaną nieregularność w przebiegu zjawisk jako tymczasową. Nie przestaje on wierzyć, że odkryta nieprawidłowość jest przejściową fazą wiedzy i że z biegiem czasu przyjmie postać regularnego biegu zdarzeń. Fizyk postępuje tak jak gdyby determinizm zjawisk był ścisły i powszechny [42].

Rozwój mechaniki kwantowej, która bada zjawiska mikrofizyczne zachwiał przekonaniem o powszechnym determinizmie. Przyrodnicy zauważyli, że w świecie atomowym panuje indeterminizm. Bez względu na to, co sądzą fizycy o indeterminizmie,

---

[42] Emil Simard, *La nature et la portée de la méthode scientifique*, Quebec — Paris 1958, s. 320.

czy jest on tylko wynikiem naszej niewiedzy o zjawiskach atomowych, czy też jest właściwością mikrokosmosu, nic nie stoi na przeszkodzie, żeby traktować determinizm jako zasadę metodologiczną. Taka zasada jest nadal pożyteczna w badaniach przyrodniczych: przeświadczenie, że zjawiska które wydają się nam tylko bezładnym zbiorowiskiem zdarzeń, podlegają jakimś prawom, prowadzi do nowych odkryć. Kierując się taką deterministyczną regułą naukową w obliczu zjawisk bardzo skomplikowanych przyrodnik nie rezygnuje z wykrycia nowych praw. Przekonanie o prawidłowościach zdarzeń pozwala mu założyć, że istnieją prawa dotąd jeszcze nie ujawnione. Gdy ktoś twierdzi, że nauka przestała opierać się na determinizmie, trzeba to rozumieć tak, że determinizm jako zasada fizyczna nie stosuje się do zajwisk atomowych, ale nie przestał obowiązywać w nauce w sensie reguły metodologicznej.

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Determinizm fizykalny i przyczynowość fizyczna nie są pojęciami równoważnymi. Pierwszy z tych terminów wyraża ideę prawidłowości, drugi zaś dynamiczną, realną zależność jednych zjawisk od drugich.

2. Determinizm fizykalny pojmuje się: a) bądź jako teorię deterministyczną, w której da się wyznaczyć w teraźniejszości wartości liczbowe wielkości fizycznych, pozwalające przewidywać z pewnością wyniki pomiarów w przyszłości. Tak rozumiany determinizm wyraża się głównie w funkcjonalnych, stałych relacjach międzyzjawiskowych, które przybierają w fizyce postać praw lub funkcji. Spośród funkcji fizyka wyróżnia tak zwane funkcje fizyczne, ktore wyrażają związki przyczynowe; b) bądź jako pogląd na ustrój przyrody, według którego bieg zjawisk w przyrodzie jest rzeczywiście tak określony, że jeden stan układu materialnego w teraźniejszości pociąga za sobą drugi stan tegoż układu w przyszłości; c) bądź jako zasadę metodologiczną, która nakazuje przyrodnikowi upatrywać we wszelkich zdarzeniach fizycznych istnienie prawidłowości.

3. Dla przyrodnika zjawisko lub proces jest wtedy zdeterminowany a zatem i możliwy do przewidywania, gdy może być

opisany i wyrażony przy pomocy praw. Stan układu i prawa nim rządzące pozwalają przewidzieć każdą dowolną fazę procesu, o ile jest znana wcześniejsza faza tego procesu.

4. Fakt, że deterministyczny obraz świata nie może pomieścić w swych ramach indeterministycznych zjawisk atomowych, nie przeczy przyczynowości w mikrokosmosie, lecz narzuca potrzebę zmodyfikowania pojęcia przyczynowości w sensie jego uogólnienia tak, by mogło objąć zjawiska kwantowe.

LA NOTION DE DETERMINISME PHYSIQUE

Le terme: „déterminisme physique" n'est pas univogue. Par déterminisme on entend en physique: a) une théorie physique qui rend possible la prévision univoque des phénomènes; b) la thèse selon laquelle la nature est tellement ordonnée: un état du système matériel au moment t_1 entraîne un autre état de ce même système au moment t_2; c) un principe méthodologique qui fait chercher une régularité dans tous les faits physiques.

Les procès ou les phénomènes sont déterminés, au sens physique de ce terme, lorsque la connaissance de l'état initial du système et des lois auxquelles il est soumis, permet de prévoir les états ultérieurs de ce système.

Le déterminisme physique et la causalité physique ne sont pas des notions équivalentes et c'est pourquoi on ne peut pas les employer indifféremment l'une pour l'autre. Le déterminisme est synonyme de la régularité des phénomènes. La causalité par contre exprime la dépendance réelle efficiente d'un phénomène d'un autre. Faute de distinguer entre ces deux notions dont le contenu est pourtant différent, on a été amené à identifier les rapports causaux avec les rapports fonctionnels.

La découverte des phénomènes indéterministes n'a pas éliminé la causalité, mais elle a fait naître le besoin d'une notion modifiée de causalité, le besoin d'une notion plus générale.